

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



Klassierung:

17 a, 5

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT

Gesuchsnummer:

11459/61

Anmeldungsdatum:

4. Oktober 1961, 19 Uhr

EIDGENÖSSISCHES AMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Patent erteilt:

15. Januar 1965

Patentschrift veröffentlicht: 15. April 1965

HAUPTPATENT

Gebrüder Sulzer, Aktiengesellschaft, Winterthur

Einrichtung zur Kühlung gasförmiger Medien

Dr. Ing. Jost Hanny, Winterthur (Schweiz), und Dr. Herbert Sixsmith, Boulder (Col., USA),
sind als Erfinder genannt worden

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Kühlung gasförmiger Medien, in welcher durch eine zur arbeitsleistenden Entspannung des Gases dienende, im Bereich tiefer Temperatur liegende Expansions-
5 turbine ein auf höherer Temperatur befindlicher, über eine gasgelagerte Welle mit der Turbine verbundener Turboverdichter angetrieben ist, wobei in dem den Turboverdichter enthaltenden Bremsteil der Einrichtung Gas in einem geschlossenen Kreislauf durch
10 einen Wärmeaustauscher und ein einstellbares Drosselorgan umgewälzt wird, und wobei ferner in der Expansionsturbine, dem Bremsteil und dem Gaslager für die Welle die gleiche Gasart verwendet wird.

Die genannte Einrichtung oder mehrere von
15 ihnen sind in dem bevorzugten Anwendungsfall zur Kühlung von Gasen, z. B. in Kompressionskälteanlagen zur Kälteerzeugung, zur Gasverflüssigung oder in Rektifizieranlagen bestimmt. Sie lassen sich dabei sowohl parallel zueinander als auch in Reihenschaltung verwenden.

Da die Drücke in der Turbine und in dem in sich geschlossenen Verdichterkreislauf weitgehend unabhängig voneinander sind, werden bei Druckschwankungen in einer der beiden Gasströmungen
25 erhebliche Kräfte in axialer Richtung auf die die Turbine und den Verdichter tragende Welle ausgeübt. Die Erfindung bezweckt nun, eine Druckänderung in einem der beiden Kreisläufe möglichst rasch auch in dem anderen wirksam werden zu lassen. Sie besteht deshalb darin, daß eine Stelle des
30 von dem Verdichter, dem Wärmeaustauscher und dem Drosselorgan gebildeten Bremsteiles der Einrichtung über eine Druckausgleichsleitung mit einer Stelle der Turbine verbunden ist.

35 Dabei ist es je nach den gegebenen Druckverhältnissen in den beiden Gaskreisläufen vorteilhaft,

die Druckausgleichsleitung an die Saug- oder Druckseite des Verdichters oder an eine Zwischenstelle des Verdichterkreislaufes anzuschließen. Ebenso ist es möglich, auf der Turbinenseite den Druckausgleich mit der Einström- oder Ausströmseite oder
40 einer Zwischenstelle der Turbine herbeizuführen.

Weiterhin bedingt die Verwendung der Einrichtung, daß sich der Turbinenteil meist auf einem viel tieferen Temperaturniveau befindet als der
45 Bremsteil der Einrichtung. Tritt nun an der Turbine eine plötzliche Druckerniedrigung auf, so wird – außer den auftretenden, schon erwähnten, unzulässigen Axialschüben – warmes Gas von dem Bremsteil her über die Druckausgleichsleitung in den kalten Teil der Einrichtung einströmen, was einen
50 «Kälte»-Verlust bedeutet. Deshalb ist es zweckmäßig, in der Druckausgleichsleitung einen als Regenerator ausgebildeten Wärmeaustauscher anzuordnen.

Wird das Gaslager für die Welle aus einer Fremdgasquelle gespeist, wobei die dem Lager zugeführte Gasmenge z. B. in Abhängigkeit von der Drehzahl der Welle gesteuert wird, so muß eine entsprechende Gasmenge der Einrichtung dauernd entnommen werden. Die zu entnehmende Menge kann in einfacher
60 Weise so gesteuert werden, daß in dem Regenerator eine Temperaturmeßeinrichtung vorgesehen ist, die ein Verstellorgan in einer Leitung steuert, durch welche Gas aus der Einrichtung weggeführt wird.

Andersseits ist es unter Umständen wünschenswert – z. B. wenn aus der Einrichtung dauernd eine gewisse Gasmenge entweicht – eine Möglichkeit zu besitzen, diese in kontrollierter Weise zu ersetzen. Daher ist es vorteilhaft, in dem Regenerator eine
65 Temperaturmeßeinrichtung vorzusehen, die ein Verstellorgan in einer Leitung steuert, durch welche in die Einrichtung Gas in Abhängigkeit von der Tem-
70

peratur des Gases in den Regenerator eingespeist wird.

Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, daß der Brems teil der Einrichtung als
5 eine geschlossene bauliche Einheit ausgeführt ist, in welcher der Wärmeaustauscher unmittelbar an den Verdichter angebaut ist, und das in axialer Richtung verschiebbare Drosselorgan koaxial mit dem Verdichter angeordnet und von dem Wärmeaustauscher
10 umgeben ist. Durch diese Maßnahme kann der «Kälte»-Verlust ebenfalls in vorteilhafter Weise verringert werden, da durch diese Ausführungsform der Erfindung der Verdichterkreislauf ein relativ geringes Volumen besitzt, so daß bei sonst gleichen Verhältnissen die in die Turbine einströmende Gasmenge
15 verhältnismäßig klein wird.

Schließlich ist es zweckmäßig, daß eine im Bereich tiefer Temperatur verlaufende Leitung einen Ringraum innerhalb des Labyrinths zwischen der
20 Turbine und dem Gaslager mit der Druckausgleichsleitung verbindet. Diese Leitung hat den Zweck, in Fällen, in denen in der Druckausgleichsleitung ein niedrigerer Druck herrscht als an der Eintrittskante des Turbinenrades, und eine geringe Menge kalten
25 Gases dauernd von der Turbineneintrömseite durch die Labyrinth strömt, zu verhindern, daß diese Menge in den warmen Brems teil der Einrichtung dringt und in stationärem Betriebszustand die gleiche, aber warme Gasmenge dauernd in den kalten Turbinenkreislauf strömt.

Weitere Merkmale ergeben sich aus nachfolgender Beschreibung von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung.

Fig. 1 und 2 zeigen in schematischer Darstellung
35 eine erfindungsgemäß mit einer Druckausgleichsleitung ausgerüstete Einrichtung zur Kühlung von Gasen, bei der an die Expansionsturbine als Brems teil ein Verdichterkreislauf angeschlossen ist.

In Fig. 1 verläuft die Druckausgleichsleitung dabei von der Saugseite des Verdichters zu einer Zwischenstelle oder der Ausströmseite der Turbine, wobei bei dieser Ausführungsform der Erfindung das Gaslager der Welle aus einer Fremdgasquelle gespeist und der Gaslagerdruck in Abhängigkeit von der
45 Drehzahl der Welle gesteuert wird.

In Fig. 2 ist eine Zwischenstelle des Verdichterkreislaufes mit der Einströmseite des gasförmigen Mediums in die Turbine verbunden. In diesem Beispiel wird das Gaslager direkt aus dem Verdichterkreislauf gespeist, so daß sich der Gaslagerdruck entsprechend dem mit der Drehzahl steigenden Druck in dem Verdichterkreislauf erhöht.

Fig. 3 zeigt, ebenfalls stark vereinfacht, eine konstruktive Ausführungsform eines Brems teiles mit relativ kleinem Volumen. Die Druckausgleichsleitung führt dabei von der Druckseite des Verdichters zu dem Zuführungskanal des kalten Mediums zu der Turbine.

Fig. 4 zeigt einen Schnitt längs der Linie IV-IV in Fig. 3 in größerem Maßstab.

Gleiche Teile in den Fig. 1 und 2 sind mit gleichen Bezugsziffern versehen.

Der im kalten Teil der Einrichtung – die Trennung zwischen kaltem und warmem Teil ist in Fig. 1 und 2 durch die strichpunktierte Linie 4 angedeutet
65 – liegende Rotor der Turbine 1 sitzt auf der gleichen Welle 2 wie der Rotor 3 des Turboverdichters. Die Turbine liegt in dem Gas-, z. B. Wasserstoff- oder Heliumstrom, einer Tiefkälteanlage. Das zu entspannende, kalte Gas wird der Turbine 1 über den
70 Raum 5 zugeführt und strömt nach der Entspannung durch die Leitung 6 ab. Mit 7 sind die Leitschaufeln am Turbineneintritt bezeichnet. Der auf höherer Temperatur befindliche Turboverdichter liegt mit seiner Saugseite 8 und seiner Druckseite 9 in einem
75 besonderen zusätzlichen, geschlossenen, mit der gleichen Gasart wie die Turbine 1 beschickten Gaskreislauf 10, der ein Drosselorgan 11 mit einstellbarem Durchlaßquerschnitt und in Reihe dazu einen Wärmeaustauscher 12, der z. B. mit Wasser gekühlt
80 wird, enthält. Über den Wärmeaustauscher 12 wird die von der Turbine 1 an den Verdichter und von diesem durch Kompression übertragene Energie nach außen abgeführt. Durch Einstellen des Durchlaßquerschnittes an dem Drosselorgan 11 lassen sich
85 Leistung und Drehzahl der Turbine und damit ihre Kälteleistung regulieren. Die Einstellung des Drosselorgans kann dabei von Hand oder selbsttätig, z. B. gesteuert durch eine Temperatur des Kältekreislaufs, erfolgen.

Erfindungsgemäß sind nun die beiden Kreisläufe zum raschen Ausgleich von Druckschwankungen über eine Leitung 20 miteinander verbunden, in welcher ein als Regenerator ausgebildeter Wärmeaustauscher 22 eingebaut ist. Der Regenerator 22 ist dabei
95 so angeordnet, daß er, bei ausgeglichenem Druck in der Leitung 20 teilweise mit kaltem und teilweise mit warmem Gas gefüllt ist. Tritt nun an der Turbine eine Druckerniedrigung auf, so wird das vom Bremskreislauf ausströmende Gas – bei nicht zu
100 starker und zu langer Erniedrigung des Druckes an der Turbine – vorgekühlt, ehe es in die Turbine einströmt. Steigt danach der Druck auf der Turbinenseite wieder an, so strömt kaltes Gas durch den Regenerator in den Bremskreislauf und gibt,
105 indem es sich im Regenerator erwärmt, seine Kälte an die Füllmasse ab, so daß sich diese wenigstens am turbinenseitigen Ende wieder abkühlt.

In Fig. 1 zweigt die Ausgleichsleitung 20 von der Stelle 23 an der Saugseite des Verdichters ab
110 und führt an eine Zwischenstelle 24 an der Turbine 1. In unterbrochener Linie ist eine Zuführung zu einer Stelle 25 an der Ausströmleitung aus der Turbine dargestellt.

Die Welle 2 ist in einem Gaslager, z. B. einem Segmentlager – in den Fig. 1 und 2 ist ein Segment 19 gezeigt – gelagert. In Fig. 1 wird das Gas für die Lagerung der Welle über die Leitung 33, in der sich ein einstellbares Drosselorgan 34 befindet, von einer nicht dargestellten Fremdgasquelle, z. B.
120

einer Druckgasflasche, zu den Verteilleitungen 15 zugeführt. Der Gasdruck in dem Lager wird dabei mittels des Drosselorgans 34 in Abhängigkeit von der Drehzahl der Welle eingestellt. In bekannter Weise mißt man durch eine sogenannte Pick-up-Anordnung 35 die Drehzahl der Welle als elektrische Wechsellspannung hoher Frequenz, die dann in dem Wandler 36 in eine Gleichspannung umgewandelt wird, wobei die Größe der Gleichspannung ein Maß für die Frequenz der Wechsellspannung und damit für die Drehzahl der Welle 2 ist. Über einen elektropneumatischen Wandler 37 bekannter Bauart, an den eine Druckluftzu- und -abführung 48 bzw. 49 angeschlossen sind, wird die aus dem Wandler 36 austretende Gleichspannung zur Verstellung des Organs 34 verwendet.

Das aus dem Lager ausströmende Gas sammelt sich in den Räumen 16 bzw. 16a und wird über die Leitung 17 bzw. 18 in die Druckausgleichsleitung 20 geführt.

Da dem System über die Leitung 33 dauernd Gas von außen zugeführt wird, ist an die Druckausgleichsleitung 20 zum Wegführen einer gewissen Gasmenge eine Abströmleitung 38 angeschlossen, in der sich ein regelbares Drosselorgan 39 befindet. Der Öffnungsquerschnitt des Drosselorgans 39 wird dabei in Abhängigkeit von der Temperatur des Gases an einer Stelle des Regenerators 22 eingestellt. Man mißt dazu an dieser Stelle 40 in dem Regenerator 22 die Temperatur mit Hilfe eines Thermoelementes 41. Die von dem Thermoelement 41 abgegebene Gleichspannung dient zur Steuerung eines elektropneumatischen Transmitters 42, an den eine Druckluftzu- und -abführung 43, 44 angeschlossen sind. Über eine Steuerleitung 45 wird das Drosselorgan 39 in Abhängigkeit von der erwähnten Temperatur derart verstellt, daß bei steigender Temperatur das Drosselorgan weiter geöffnet und bei sinkender Temperatur weiter geschlossen wird. Denn eine Erhöhung der Temperatur an der Stelle 40 bedeutet, daß infolge der zusätzlichen Einspeisung von Gas aus der Fremdgasquelle eine zu große Gasmenge in dem warmen Teil der Anlage eintritt, so daß der Gasüberschuß in den kalten Turbinenteil einzuströmen versucht. Andererseits wird bei sinkender Temperatur an der Stelle 40 aus dem warmen Teil der Anlage eine zu große Gasmenge entnommen, so daß kaltes Gas von der Turbine her in den Verdichterkreislauf einzuströmen versucht.

Bei der Ausführungsform der Erfindung nach Fig. 2 wird das Gaslager aus der Druckseite 9 des Verdichters über eine Leitung 14 und die Verteilleitungen 15 gespeist. Das aus dem Lager abströmende Gas sammelt sich wiederum in den Räumen 16 bzw. 16a und wird in diesem Beispiel über die Leitungen 17 bzw. 18 und die Druckausgleichsleitung 20 in den Verdichterkreislauf zurückgeführt.

Entweicht aus der Einrichtung infolge einer Undichtheit dauernd Gas, so ist es vorteilhaft, eine zusätzliche Möglichkeit vorzusehen, um dauernd eine

Gasmenge in den Bremskreislauf einspeisen zu können. Daher ist in Fig. 2 eine Leitung 38a gezeigt, die in die Druckausgleichsleitung 20 einmündet, und in der über ein Drosselorgan 39a Gas aus einer Fremdgasquelle in den Bremskreislauf einströmen kann. Die zuzuführende Menge wird dabei von dem Temperaturfühler 41 in dem Regenerator 22 über das Organ 42 in analoger Weise gesteuert, wie vorstehend für die aus dem Kreislauf zu entnehmende Gasmenge anhand von Fig. 1 geschildert. Bei einer Temperaturerhöhung des Gases in dem Regenerator 22 wird dabei das Drosselorgan 39a in Schließrichtung, bei einer Temperaturerniedrigung in Öffnungsrichtung verstellt.

Reicht die in dem stationären Betriebszustand in Fig. 1 dem System zugeführte Gasmenge nicht aus, um eventuelle Leckverluste zu decken, so ist es möglich, – wenn im Regenerator 22 trotz völligen Abschlusses des Drosselorgans 39 (Fig. 1) die Temperatur weiter sinkt – auch bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 über die Leitung 38a zusätzlich Gas in den Verdichterkreislauf einzuspeisen. Dies ist in Fig. 1 durch ein, in durchbrochenen Linien gezeichnetes, vom Transmitter 42 zusätzlich über eine Leitung 45a beeinflusstes Regelventil 39a angedeutet, das in der mit einer nicht dargestellten Fremdgasquelle verbundenen Leitung 38a liegt, wobei das Regelventil 39a nach Schließen des Drosselorgans 39 geöffnet und in gleicher Weise verstellt wird, wie es in Fig. 2 beschrieben ist.

Bei vertikaler Anordnung der Einrichtung – Fig. 1 und 2 sind dabei um 90° verdreht zu denken – liegt der Verdichterkreislauf senkrecht unter der Turbine. Um die Segmente 19 dabei in axialer Richtung zu lagern, kann eine weitere Leitung 21 vorgesehen sein, durch welche Gas der unteren Stirnseite der Segmente 19 zugeführt wird.

Um das Gaslager gegenüber der Turbine 1 und dem Verdichter abzudichten, sind Labyrinthdichtungen 28 und 29 vorgesehen. Das turbinenseitige Labyrinth 28 besitzt einen Ringraum 30, von dem aus eine weitere Leitung 31 im kalten Teil der Anlage zu der Druckausgleichsleitung 20 führt. Während des Betriebes kann so in dauerndem Strom eine geringe Menge kalten Gases von der Eintrittskante des Turbinenlaufrades 1 in die Druckausgleichsleitung 20 fließen, sofern die Anschlüsse der Leitung 20 an die beiden Kreisläufe so gewählt sind, daß in ihr ein niedrigerer Druck herrscht als an der Eintrittsstelle in das Turbinenlaufrad.

Fig. 2 veranschaulicht eine Führung der Leitung 20 von einer Stelle 26 des Verdichterkreislaufes, die zwischen dem Kühler und dem Drosselorgan liegt. Bei diesem Ausführungsbeispiel mündet die Leitung 20 an der Stelle 27 unmittelbar vor der Einlaufkante des Turbinenlaufrades ein.

Die in Fig. 3 gezeigte Ausführungsform der Erfindung ist besonders günstig, da durch den konstruktiven Aufbau des Bremssteiles der Einrichtung in diesem nur ein relativ geringes Volumen vorhanden ist.

Durch die Druckausgleichsleitung wird in dem Beispiel nach Fig. 3 der Druckraum des Verdichters mit der druckseitigen Zuführung des kalten Mediums zu der Turbine verbunden.

Durch die Zuführungsleitung 51 (Fig. 3) strömt das kalte Gas in den Druckraum 52 der Expansionsturbine 53 und verläßt diese nach der Entspannung über einen, an dem Gehäuse 56 für die Turbine 53 befestigten, trichterförmigen Diffusor 55 durch die Leitung 54. Der Ausströmkanal aus der Turbine wird durch ein ebenfalls im Gehäuse 56 befestigtes Führungsstück 58 gebildet. Das Turbinengehäuse 56 selbst wird auf der Isolierplatte 70 der nicht dargestellten, im Vakuum liegenden Tiefkälteanlage gehalten.

Über die Welle 59 ist die Turbine 53 mit dem Turboverdichterrotor 60 verbunden, dessen saug- und druckseitige Strömungskanäle 61 bzw. 62 in einem an dem Turbinengehäuse 56 befestigten Verdichtergehäuse 63 liegen. Das Verdichtergehäuse 63 ist aus mehreren Teilen zusammengesetzt. So wird die Begrenzung des Ringraumes 62 teilweise durch ein Zwischenstück 66 gebildet, welches noch den Saugkanal 61 enthält und für den Austritt des Gases aus dem Ringraum 62 Bohrungen 83 besitzt.

Der Übergang zwischen den kalten und warmen Teilen der Einrichtung ist durch die strichpunktierte Linie A schematisch angedeutet, wobei sich der kalte Teil oberhalb der Linie befindet. Die Welle 59, die je nach Ausführung der Gesamtanlage horizontal oder vertikal verlaufen kann, ist in einem mit Segmenten 64 versehenen Gaslager gelagert, das in einen Hohlraum 65 des Turbinengehäuses 56 eingebaut ist. Durch ein mantelförmiges Zwischenstück 67 wird der Raum 65 unterteilt, wodurch ein innerer Raum 68 entsteht. Dieser nimmt die Lagersegmente 64 und die festen Lagerteile 69 auf. Über eine Leitung 71 in dem Verdichtergehäuse 63 wird aus einer Fremdgasquelle, z. B. einer nicht dargestellten Druckgasflasche, das Gas für das Wellenlager in den Raum 68 geleitet, von dem aus es durch die Verteilleitungen 72 und den Ausgleichsraum 73 den Segmenten 64 zugeführt wird. Über den Ringraum 74 und die Leitung 75 sowie die Öffnungen 76 in dem Teil 77 gelangt das Gas nach dem Durchströmen des Lagers in den Raum 65, von dem aus es durch eine nicht dargestellte Leitung aus der Einrichtung herausgeführt wird.

Mit 78 sind die zur Abdichtung der einzelnen Räume gegeneinander oder gegen die Atmosphäre benötigten Dichtungen bezeichnet.

Der Bremsteil der Einrichtung wird gebildet aus dem den Verdichter 60 mit seiner saugseitigen Zuführung 61 und seinem druckseitigen Ringraum 62 enthaltenden, Verdichtergehäuse 63, dem unmittelbar daran anschließenden Wärmeaustauscher 81 und dem Drosselorgan 82. Das Gas durchströmt nach dem Verlassen des Ringraums 62 abwechselnd den inneren und den äußeren Raum, der von koaxial in Bohrungen 91 des Wärmeaustauscherblockes 81 liegenden,

in Strömungsrichtung hintereinander angeordneten Rohre 92 gebildet wird, wobei der Übergang von einem Doppelrohr 91, 92 zum anderen über ringförmige Zwischenräume 93 bzw. 94 erfolgt. Der Verbindungsraum 94 liegt dabei in einem weiteren Bauteil 95, der auch die Enden der Rohre 92 aufnimmt. Er ist zwischen dem Zwischenstück 66 und dem Wärmeaustauscherblock 81 angebracht. In dem Wärmeaustauscher 81 ist der Ringraum 93 durch einen ringförmigen Ansatz 96 von einem Ringraum 84 getrennt.

Nach der Abkühlung in dem Wärmeaustauscher 81 gelangt das Gas in den Ringraum 84, dessen Verbindung 85 mit der Saugseite 61 des Verdichters durch das Drosselorgan 82 einstellbar ist. Die Drossel 82 ist dabei koaxial mit dem Verdichter 60 angeordnet und wird mittels eines Handrades 86 über eine Verstelleinrichtung eingestellt. Andererseits ist es auch in bekannter Weise möglich, die Verstellung des Drosselorgans 82, z. B. in Abhängigkeit von einer Temperatur des Kältekreislaufes, selbsttätig zu steuern, was aber nicht dargestellt ist. Das Drosselorgan 82 hat die Aufgabe, die Drehzahl der Expansionsturbine in gewissen Grenzen einstellbar zu machen. Es ist dabei über eine Spindel 88, die in einer zentralen Bohrung 89 des Wärmeaustauschers 81 verläuft, axial verschiebbar, wobei es in einer Hülse 90 geführt ist. Letztere ist ebenfalls in einer Erweiterung der Ausnehmung 89 angebracht.

Der Strömungsweg für das Kühlwasser ist gleich ausgebildet wie derjenige für das Gas. Durch die Bohrung 97 gelangt das Kühlwasser über den Ringraum 98 in die Rohre 99, welche in den Bohrungen 100 des Wärmeaustauschers 81 verlaufen. Einzelne in Strömungsrichtung hintereinander liegende Abschnitte 99 bzw. 100 sind über Ringräume 101 im Boden 102 bzw. Ringräume 103 im Wärmeaustauscherblock 81 miteinander verbunden. Die Enden der Rohre 99 werden dabei in einem Bauteil 104, der zwischen dem Wärmeaustauscherblock 81 und dem Boden 102 angeordnet ist, gehalten. Das Kühlwasser verläßt die Einrichtung durch die Bohrung 105 im Boden 102.

Im Querschnitt des Wärmeaustauscherblockes 81 (Fig. 4) sind dabei die Bohrungen 91 für das Gas und die Bohrungen 100 für das Kühlmittel alternierend und versetzt gegeneinander auf den Umfängen von Kreisen mit verschiedenen Radien angeordnet.

Das Verdichtergehäuse 63 besitzt eine Bohrung 106, welche den druckseitigen Ringraum 62 des Verdichters 60 mit der an dem Gehäuse 63 befestigten Druckausgleichsleitung 107 verbindet. Ihr Verlauf, besonders ihr Durchtritt durch die Isolierplatte 70 der im Vakuum liegenden Kälteanlage, ist nur schematisch angedeutet. Bei dieser Ausführungsform mündet die Druckausgleichsleitung 107 in eine Bohrung 108 in dem Turbinengehäuse 56, welche die Leitung 107 mit dem Druckraum 52 der Turbine 53 verbindet. Selbstverständlich kann bei dieser Ausführungsform der in den Fig. 1 und 2 gezeigte Rege-

nerator ebenfalls vorhanden sein, wobei die Steuerung einer aus der Anlage abströmenden bzw. in sie einströmenden Gasmenge (38 bis 45 in Fig. 1) ebenfalls Verwendung finden kann.

Je nach den in den beiden Kreisläufen herrschenden Drücken können die durch die Druckausgleichsleitungen 20, 107 hergestellten Verbindungen zwischen der Gasströmung in der Turbine und derjenigen in dem Verdichter in anderer Weise als in den Figuren dargestellt miteinander kombiniert sein. So kann die Druckausgleichsleitung 20 in den Fig. 1 und 2 von der Stelle 23 in dem Bremskreislauf 10 zu der Stelle 27 an der Turbine oder von der Stelle 26 zwischen dem Wärmeaustauscher 12 und dem Drosselorgan 11 zu den Stellen 24 bzw. 25 an der Turbine verlaufen. Ebenso ist es in anderen Fällen möglich, die Leitungsführung in Fig. 3 mit denjenigen in den Fig. 1 und 2 zu kombinieren, d. h. die Leitung 107 in der Fig. 3 kann an den Stellen 24, 25 oder 27 in die Turbinenströmung einmünden. Umgekehrt kann es weiterhin vorteilhaft sein, die Leitung 20 von den Stellen 23 und 26 des Verdichterkreislaufes 10 in den Fig. 1 und 2 mit dem Druckraum 52 in der Fig. 3 zu verbinden.

PATENTANSPRUCH

Einrichtung zur Kühlung gasförmiger Medien, in welcher durch eine zur arbeitsleistenden Entspannung des Gases dienende, im Bereich tiefer Temperatur liegende Expansionsturbine ein auf höherer Temperatur befindlicher, über eine gasgelagerte Welle mit der Turbine verbundener Turboverdichter angetrieben ist, wobei in dem den Turboverdichter enthaltenden Bremsteil der Einrichtung Gas in einem geschlossenen Kreislauf durch einen Wärmeaustauscher und ein einstellbares Drosselorgan umgewälzt wird, und wobei ferner in der Expansionsturbine, dem Bremsteil und dem Gaslager für die Welle die gleiche Gasart verwendet wird, dadurch gekennzeichnet, daß eine Stelle des von dem Verdichter, dem Wärmeaustauscher und dem Drosselorgan gebildeten Brems-
teiles der Einrichtung über eine Druckausgleichsleitung mit einer Stelle der Turbine verbunden ist.

UNTERANSPRÜCHE

1. Einrichtung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckausgleichsleitung in dem Bremsteil an die Saugseite des Verdichters angeschlossen ist.

2. Einrichtung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckausgleichsleitung in dem

Bremsteil an die Druckseite des Verdichters angeschlossen ist.

3. Einrichtung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckausgleichsleitung in dem Bremsteil an eine Zwischenstelle des Verdichterkreislaufes angeschlossen ist.

4. Einrichtung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckausgleichsleitung an die druckseitige Zuführung der Turbine angeschlossen ist.

5. Einrichtung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckausgleichsleitung an die Ausströmseite der Turbine angeschlossen ist.

6. Einrichtung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckausgleichsleitung an eine Zwischenstelle der Turbine angeschlossen ist.

7. Einrichtung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß in der Druckausgleichsleitung ein als Regenerator ausgebildeter Wärmeaustauscher angeordnet ist.

8. Einrichtung nach Patentanspruch und Unteranspruch 7, bei welcher das Gas für die Wellenlagerung aus einer Fremdgasquelle, in Abhängigkeit von der Drehzahl der Welle gesteuert, entnommen und der Einrichtung zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Regenerator eine Temperaturmeßeinrichtung vorgesehen ist, die ein Verstellorgan in einer Leitung steuert, durch welche Gas aus der Einrichtung weggeführt wird.

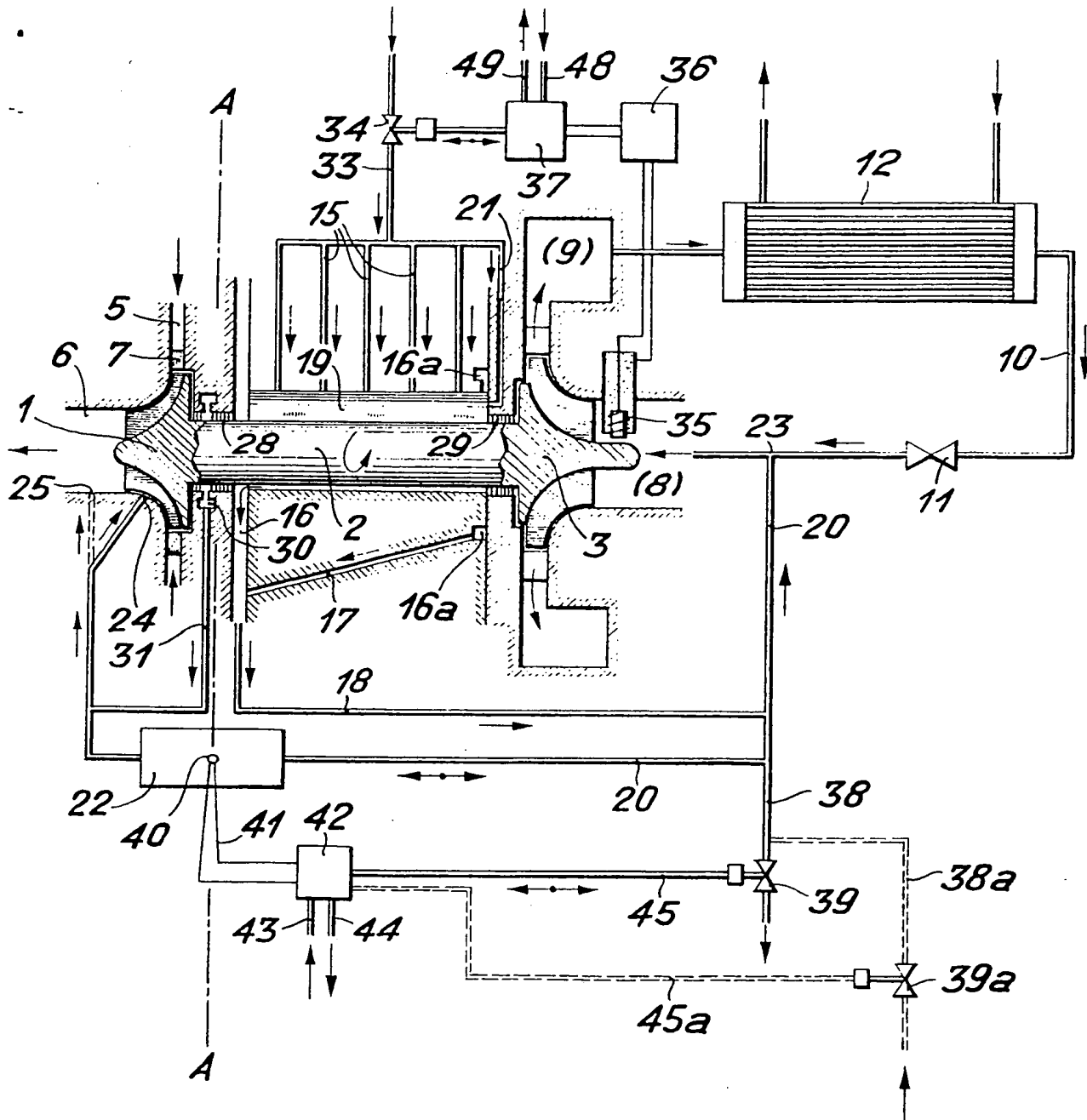
9. Einrichtung nach Patentanspruch und Unteranspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Regenerator eine Temperaturmeßeinrichtung vorgesehen ist, die ein Verstellorgan in einer Leitung steuert, durch welche Gas in die Einrichtung in Abhängigkeit von der Temperatur des Gases in dem Regenerator eingespeist wird.

10. Einrichtung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß eine im Bereich tiefer Temperatur verlaufende Leitung einen Ringraum innerhalb des Labyrinthes zwischen der Turbine und dem Gaslager mit der Druckausgleichsleitung verbindet.

11. Einrichtung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß der Bremsteil der Einrichtung als eine geschlossene bauliche Einheit ausgeführt ist, in welcher der Wärmeaustauscher unmittelbar an den Verdichter angebaut und das in axialer Richtung verschiebbare Drosselorgan koaxial mit dem Verdichter angeordnet und von dem Wärmeaustauscher umgeben ist.

Gebrüder Sulzer, Aktiengesellschaft

Fig. 1



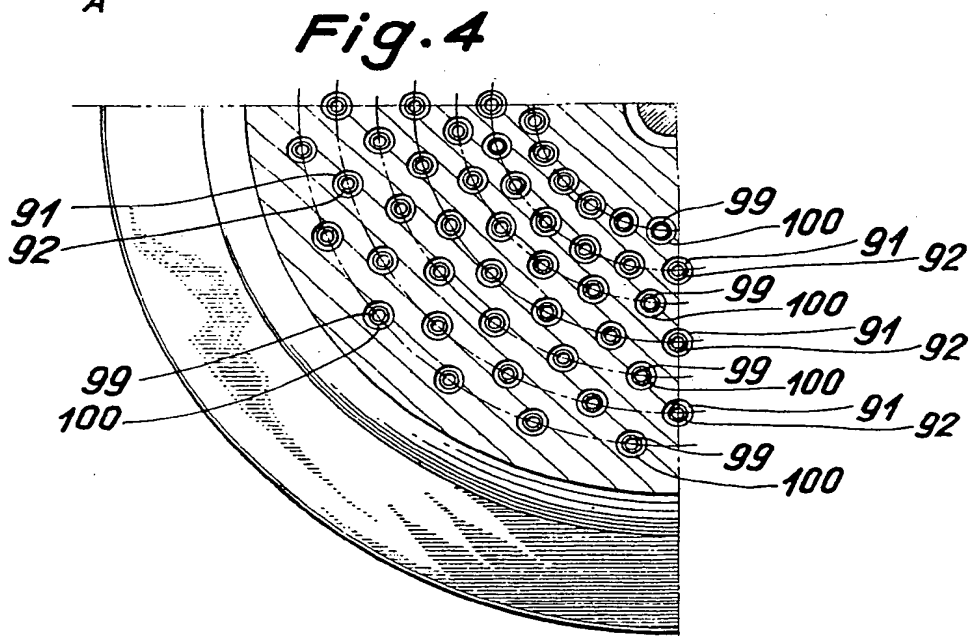
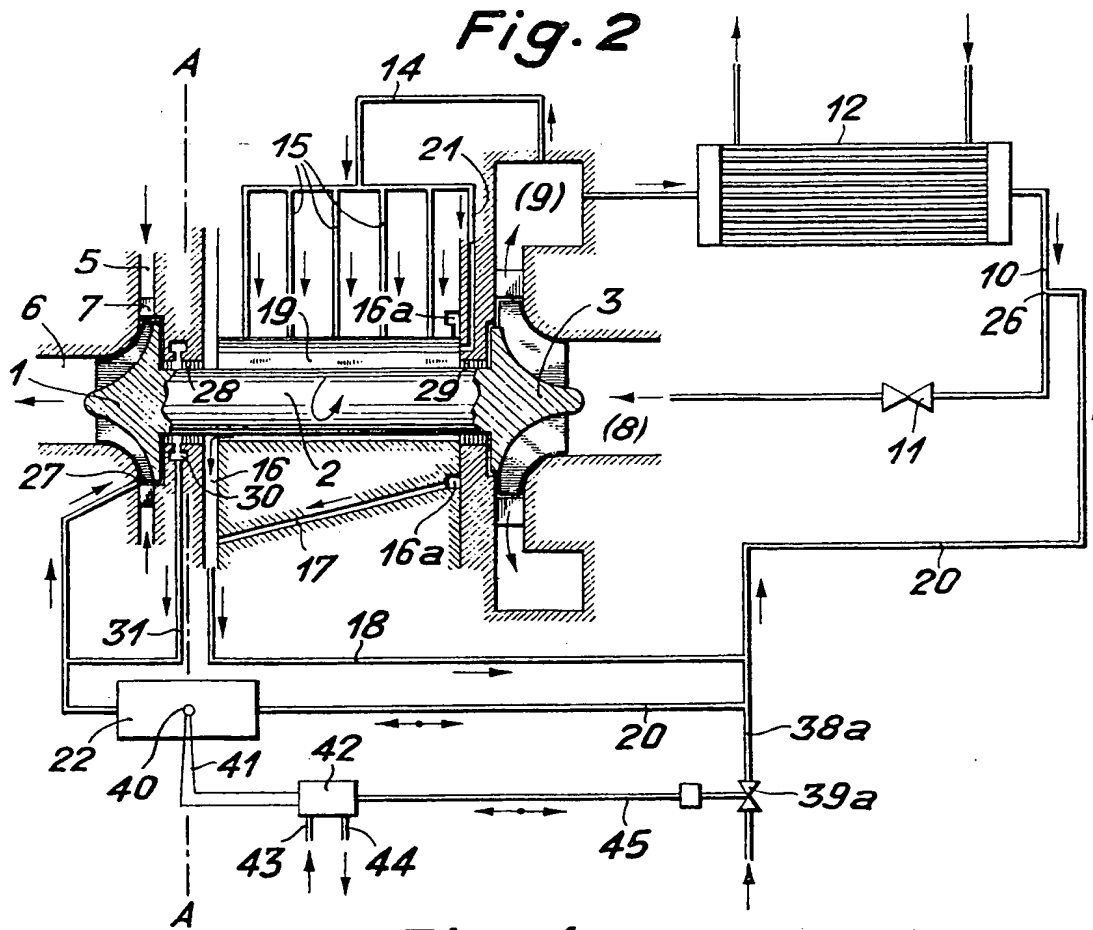


Fig. 3

